

بررسی کارآیی خاکستر هسته خرما در حذف نیتрат از محلول های آبی (مطالعه ایزوترمی و سینتیکی)

مهدی صفدری^{۱*}، محمد تقی قانعیان^۱، محمد حسن احرام پوش^۱، علیرضا بابایی^۲، محمد مهدی امام جمعه^۳،
سلمان زارعی^۱

^۱گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران؛ ^۲گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران؛ ^۳گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۲۶

چکیده:

زمینه و هدف: در چند دهه گذشته، حضور غلظت بالای نیترات در آب آشامیدنی به یک نگرانی جدی تبدیل شده که باعث بروز اختلالاتی در سلامتی انسان به خصوص اطفال می شود؛ که با استفاده از روش های فیزیکی- شیمیایی و بیولوژیکی می توان آنرا حذف نمود. در این تحقیق میزان حذف نیترات از محلول های آبی با استفاده از خاکستر هسته خرما، مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی که در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد، اثر غلظت اولیه نیترات (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر) با PH (۳، ۵، ۷ و ۹)، زمان ماند (۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه) و وزن جاذب (۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ گرم) مورد بررسی قرار گرفت. غلظت نیترات با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در دو طول موج ۲۲۰ و ۲۷۵ نانومتر اندازه گیری شد. کلیه آزمایشات و آنالیز نمونه به روش کتاب روش های استاندارد آب و فاضلاب انجام شد.

یافته ها: افزایش دوز جاذب از ۰/۴ گرم به ۰/۸ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول نیترات با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب منجر به افزایش راندمان جذب از ۷۵٪ به ۹۱٪ و از ۵۳٪ به ۶۵٪ گردید. افزایش PH اولیه محلول از ۳ به ۹ منجر به کاهش راندمان جذب از ۵۲٪ به ۸٪ شد. داده های به دست آمده در این تحقیق، از ایزوترم فروندلیچ ($R^2=0/98$) و جذب نیترات از مدل سینتیکی شبه درجه دوم تبعیت می کند ($R^2=0/999$). نتیجه گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که خاکستر هسته خرما جاذب طبیعی و ارزان قیمتی است که می توان از آن برای حذف آلاینده های زیست محیطی استفاده کرد.

واژه های کلیدی: جذب سطحی، خاکستر هسته خرما، محلول آبی، نیترات.

مقدمه:

می باشد. به علت حلالیت بالای نیترات در آب امکان گسترش نیترات در آبهای زیرزمینی در سرتاسر جهان وجود دارد؛ که این موضوع یک تهدید جدی در منابع آب آشامیدنی بوده و باعث ایجاد اختلال و مشکلات زیست محیطی می گردد (۲، ۳). افزایش غلظت نیترات در آب آشامیدنی باعث ایجاد دو عارضه بهداشتی می شود که شامل سندرم آبی کودک (مت هموگلوبینما)

در چند دهه گذشته، حضور غلظت بالای نیترات در آب آشامیدنی به یک نگرانی جدی در سرتاسر جهان تبدیل شده است. نیترات یک یون قابل حل در آب بوده (۱) که منابع نقطه ای و غیرنقطه ای از آن شامل روان آب شهری و کشاورزی، دفع غیربهداشتی از پسماندهای صنعتی، نشت از سیستم های سپتیک، شیرابه های محل دفن زباله و کودهای حیوانی

به صورت اختصاصی در کودکان و تشکیل بالقوه مواد سرطان زای نیتروز آمین می باشد (۴، ۵).

جهت حفاظت از سلامت مردم و جلوگیری از مشکلات بهداشتی ناشی از افزایش غلظت نیترات در آب آشامیدنی، سازمان های گوناگون نظارتی بر محیط زیست، مانند سازمان حفاظت محیط زیست ایالت متحده (EPA) حداکثر سطح آلاینده (MCL) نیترات را در آب آشامیدنی $10 \text{ mg/L No}_3\text{-N}$ در نظر گرفته است. روش های معمول مورد استفاده برای تصفیه و حذف نیترات شامل دنیتریفیکاسیون شیمیایی با کاربرد آهن صفر ظرفیتی (۸-۶)، منیزیم صفر ظرفیتی (۹)، تبادل یون (۱۰)، اسمز معکوس (۱۱)، الکترودیالیز (۱۲)، دنیتریفیکاسیون کاتالیتیک (۱۳) و دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی (۱۴) می باشد. با این حال تکنولوژی های رایج که برای حذف نیترات یافت می شود گران بوده، کارایی کافی نداشته و تولید محصولات جانبی می نماید. به طور کلی اسمز معکوس، تبادل یون و فرآیند الکترودیالیز بهترین تکنولوژی های موجود (BAT) برای تصفیه آب های آلوده به نیترات می باشند (۱۷-۱۵). با این حال این تکنولوژی های سنتی مشکل مربوط به افزایش نیترات در محیط زیست را حل نمی کند (۱۴، ۱۷، ۱۸). همچنین این روش ها (BAT) نسبتاً گران هستند (۱۶). سازمان بهداشت جهانی روش های دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی و تعویض یون را برای حذف نیترات از آب پیشنهاد می کند (۱۹)، اما EPA روش های تعویض یون، اسمز معکوس و الکترودیالیز را تایید می کند (۲۰).

بر اساس مطالعات صورت گرفته حداکثر راندمان حذف نیترات قابل حصول توسط تعویض یون ۹۰٪، اسمز معکوس ۹۷٪، الکترودیالیز ۶۵٪، دنیتریفیکاسیون شیمیایی ۷۰٪ و دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی ۱۰۰٪ می باشد (۲۱-۲۵).

جذب سطحی یکی از فرآیندهای مهم در حذف آلودگی های زیست محیطی است. در عملیات جذب سطحی انتقال یک جز از فاز گاز یا مایع به

سطح جامد صورت می گیرد. از کاربردهای این فرایند می توان به استفاده از آن در صنعت و همچنین حذف آلاینده های زیست محیطی از هوا، آب، فاضلاب و غیره نام برد. استفاده از کربن فعال برای حذف کلر، جدا کردن گازها و تصفیه هوای آلوده، بازیافت فلزات سنگین و صنایع غذایی و حذف ترکیبات بالقوه آلاینده مانند فلفل و مشتقات فنیل از محلول های آبی کاربرد زیادی دارد. اما به دلیل هزینه بالا، گزینه های دیگری به عنوان جایگزین پیشنهاد شده است. انتخاب خاکستر با توجه به هزینه پایین به عنوان یک جایگزین مناسبی به جای کربن فعال است (۳۲-۲۶). خاکستر را می توان از طیف وسیعی از مواد دارای کربن مانند: چوب، زغال سنگ، پوست گردو، هسته میوه ها و زائدات کشاورزی تولید کرد (۲۷).

درخت خرما در بسیاری از کشورهای جهان به طور متوسط ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم خرما تولید می کند. تولید سالیانه هر درخت به ۲۷۰ کیلوگرم می رسد. در بین زائدات حاصل از درخت خرما میزان تولید هسته در کشور ما بسیار بالا می باشد (۳۰). در مطالعه ای که توسط رخش خورشید و همکاران انجام شد، خاکستر هسته خرما راندمان بالایی در حذف فلفل داشته و بازده جذب سطحی فلفل با افزایش مقدار جاذب نسبت مستقیم داشت. به طوری که با افزایش مقدار جاذب از ۲ تا ۱۱ گرم بازده حذف فلفل از ۹۱/۹۸ به ۹۹/۹۸ درصد افزایش یافت (۳۳). با توجه به اینکه در آزمایشگاه های شیمی مستقر در سطح دانشگاه های کشور روزانه در حین آزمایشات مقدار زیادی از آلاینده های زیست محیطی اعم از نیترات، فسفات، فلفل، کروم و وارد سیستم فاضلاب می شود. در صورت تهیه پکیجی که در آن شرایط مورد استفاده در آزمایش منظور گردد روش فوق در آزمایشگاه ها جهت حذف آلاینده قبل از ورود به سیستم فاضلاب کاربردی می باشد. این مطالعه با هدف بررسی میزان حذف نیترات از محلول های آبی با استفاده از خاکستر هسته خرما انجام شده است.

روش بررسی:

این مطالعه یک مطالعه تجربی بود که در سیستم ناپیوسته و در آزمایشگاه پالوت دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد انجام گردید. در این تحقیق هسته خرما، چندین بار جداگانه با آب گرم شستشو داده شد، سپس جهت زدایش مواد باقیمانده در سطوح هسته ها، آن ها را با اسید H_2SO_4 یک نرمال شستشو داده و پس از شستشو با آب مقطر در نهایت در فور در دمای $C^0 105$ خشک گردید. پس از خشک شدن، هسته ها را در کوره در دمای $C^0 700$ به مدت ۲ ساعت قرار داده و سپس با استفاده از آسیاب برقی پودر نموده و در نهایت دانه بندی جاذب با استفاده از الکهای استاندارد ASTM با مش ۶۰ و ۱۰۰ صورت گرفت (۳۱). نیترات مورد استفاده در این مطالعه از شرکت مرک آلمان به صورت جامد و با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد، جرم ملکولی $g/mol 101/11$ خریداری گردید. برای تهیه محلول نیترات مادر، $0/815$ گرم نیترات پتاسیم جامد در بالن 500 میلی لیتری ریخته و با آب مقطر به حجم رسانده شد (۳۴). به منظور بررسی تاثیر PH در حذف نیترات با استفاده از خاکستر هسته خرما، مقدار 100 میلی لیتر از محلول نیترات با غلظت mg/L در 4 ارلن 250 میلی لیتری ریخته و PH هر کدام از آن ها با استفاده از $NaOH$ و HCl یک نرمال در مقادیر 3 ، 5 ، 7 و 9 تنظیم گردید. عملیات تنظیم PH محلول در تمامی مراحل آزمایش با استفاده از دستگاه pH متر مدل Wagatech ساخت کشور انگلستان صورت پذیرفت. در ادامه مقدار $0/4$ گرم خاکستر هسته خرما به هر کدام از آن ها اضافه گردید. سپس ارلن ها بر روی شیکر با سرعت 120 دور در دقیقه در زمان های 15 ، 30 ، 60 ، 120 و 180 دقیقه قرار داده شد.

جهت تاثیر دوز خاکستر هسته خرما بر میزان جذب ابتدا محلولی از نیترات به غلظت $100 mg/L$ با حجم 500 سی سی تهیه شد. از محلول فوق 100 میلی لیتر در 3 ارلن 250 سی سی ریخته و سپس مقادیر

$0/4$ ، $0/6$ و $0/8$ گرم از خاکستر هسته خرما به داخل 100 میلی لیتر محلول نیترات اضافه گردید. PH محلول ارلن ها بر روی 3 (PH بهینه) تنظیم شده و ارلن ها بر روی همزن قرار داده شده و در زمان های اشاره شده، پس از فیلتر کردن، مقدار غلظت نیترات نیتروژنه باقیمانده در محلول اندازه گیری شد.

برای بررسی تاثیر زمان تماس در حذف نیترات با استفاده از خاکستر هسته خرما، ابتدا محلولی با غلظت $100 mg/L$ به حجم 1000 سی سی تهیه گردید و 100 میلی لیتر از آن در 5 ارلن 250 سی سی ریخته شد و سپس مقدار $0/4$ گرم خاکستر هسته خرما به داخل هر ارلن اضافه و PH محلول ارلن ها روی 3 تنظیم گردید، ارلن ها بر روی همزن قرار داده شدند و با زمان های تعریف شده کار نمونه برداری از آن ها انجام شد.

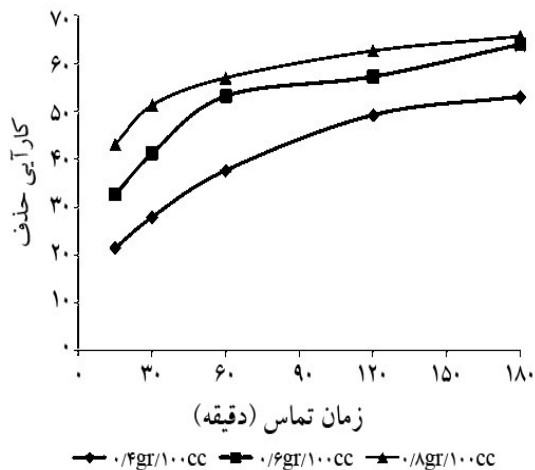
جهت تعیین تاثیر غلظت اولیه نیترات، محلول نیترات با غلظت های 50 ، 100 و $150 mg/L$ تهیه و در pH بهینه 3 و دوز جاذب $0/4$ گرم و زمان تماس های تعیین شده، آزمایشات انجام گردید. در این مطالعه، جهت تعیین تمامی پارامترها، غلظت نیترات نهایی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Vis مدل $Optima sp-3000$ در طول موج 220 و 275 تعیین گردیدند (۳۴). کلیه مراحل آزمایش ها برای کاهش میزان خطا دوبار تکرار شده است.

جهت تحلیل نتایج جذب و بررسی ایزوترم های آن مدل لانگمیر و فروندلیچ بررسی شدند. معادلات این مدل ها به ترتیب به صورت زیر است (۳۵).

$$1/q = (1/b) + (1/abC_e)$$

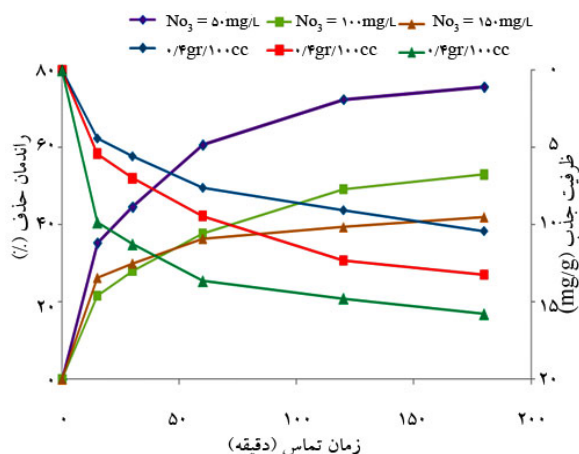
$$\log q = \log k + (1/n) \log C_e$$

q در روابط بالا میزان نیترات جذب شده در واحد جرم جاذب (mg/g) ، C_e غلظت نیترات باقی مانده در محلول بعد از رسیدن به حالت تعادل (mg/L) ، b حداکثر ظرفیت جذب (mg/g) ، a ثابت لانگمیر، n، K: ثابت فروندلیچ.



تصویر شماره ۲: بررسی تأثیر وزن های مختلف جاذب در حذف نیترات توسط خاکستر هسته خرما. غلظت ۱۰۰ mg/L و pH=۳.

نتایج کسب شده در این تحقیق در رابطه با غلظت اولیه نیترات نشان داد که راندمان حذف با افزایش غلظت اولیه نیترات کاهش یافته و ظرفیت تعادلی جذب افزایش می یابد. به طوری که با افزایش غلظت اولیه از ۵۰ به ۱۵۰ میلی گرم در لیتر راندمان حذف از ۷۵ درصد به ۴۲ درصد کاهش یافته و ظرفیت جذب از ۹/۴۶ به ۱۵/۷۸ افزایش یافت (تصویر شماره ۳، جدول شماره ۱).



تصویر شماره ۳: بررسی تأثیر غلظت های مختلف نیترات در حذف آن توسط خاکستر هسته خرما. دوز جاذب ۰/۴ gr/۱۰۰CC و pH=۳.

ظرفیت جذب جاذب ها بنابر رابطه زیر محاسبه گردیده است (۳۶).

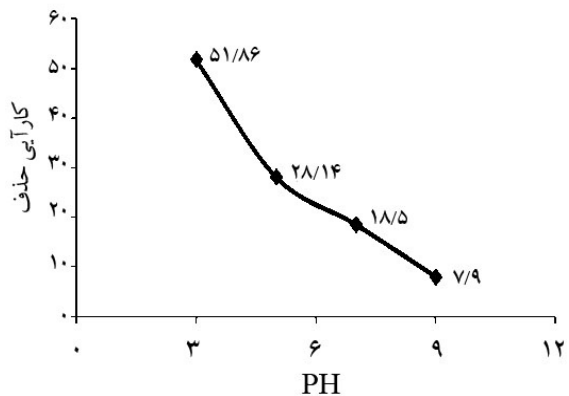
$$q = (C_0 - C_e) / m$$

در این رابطه q برابر با ظرفیت جذب (mg/g)،

M برابر جرم جاذب (g)، C₀ برابر غلظت ورودی و C_e برابر با غلظت تعادلی است.

یافته ها:

در خصوص تأثیر PH بر روی جذب نیترات توسط خاکستر هسته خرما نتایج نشان داد که حداکثر جذب در PH اسیدی است؛ به طوری که با تغییر PH از ۷ به ۳ در غلظت نیترات اولیه ۱۰۰ mg/L و در مدت زمان ۱۸۰ دقیقه و دوز جاذب ۰/۴ گرم جذب نیترات توسط جاذب راندمان ۴۸ درصد به ۸۰ درصد افزایش یافت (تصویر شماره ۱).



تصویر شماره ۱: بررسی تأثیر PH های مختلف در حذف نیترات توسط خاکستر هسته خرما. غلظت ۱۰۰mg/L، مدت زمان ۱۸۰ دقیقه و دوز جاذب ۰/۴ gr/۱۰۰CC.

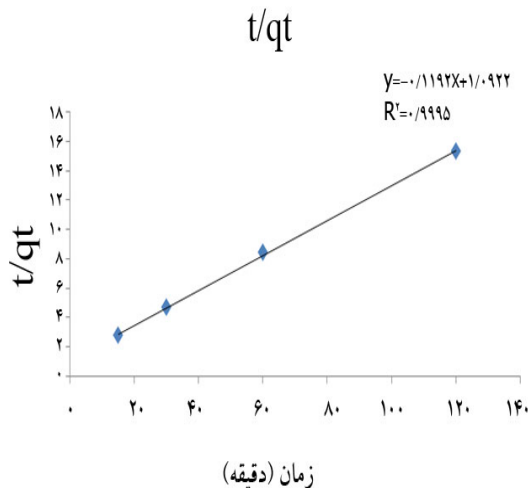
در خصوص اثر دوز جاذب بر میزان جذب نیترات، نتایج کسب شده بیانگر این بود که با افزایش مقدار دوز جاذب درصد جذب نیترات افزایش یافته به طوری که درصد حذف نیترات با افزایش دوز جاذب از ۰/۴ گرم به ۰/۸ گرم، از ۵۳ درصد به ۶۵ درصد افزایش یافت (تصویر شماره ۲).

جدول شماره ۱: تأثیر غلظت اولیه نیترات و دوز جاذب بر غلظت باقیمانده و ظرفیت جذب خاکستر هسته خرما

غلظت اوليه (mg/L)		۵۰		۱۰۰		۱۵۰	
دوز جاذب (gr/۱۰۰cc)	غلظت باقیمانده (mg/L)	ظرفیت جذب (mg/g)	غلظت باقیمانده (mg/L)	ظرفیت جذب (mg/g)	غلظت باقیمانده (mg/L)	ظرفیت جذب (mg/g)	غلظت باقیمانده (mg/L)
۰/۴	۱۲/۱۵	۹/۴۶	۴۷/۰۸	۱۳/۲۳	۸۶/۸۶	۱۵/۷۸	
۰/۶	۵/۹۶	۷/۳۴	۳۶/۱۱	۱۰/۶۵	۷۷/۶۱	۱۲/۰۶	
۰/۸	۴/۳۳	۵/۷۱	۳۴/۳۶	۸/۲	۶۴/۵۹	۱۰/۶۷	

$pH=3$ و زمان ۱۸۰ دقیقه.

بررسی شد. بر اساس نتایج و ضرایب به دست آمده می توان نتیجه گرفت که سیتیک مطالعه از سیتیک شبه درجه دوم تبعیت می کند ($R^2=0.999$)، تصویر شماره ۵).



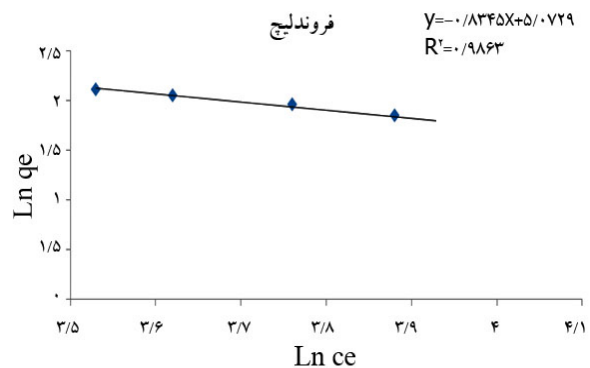
تصویر شماره ۵: سینتیک درجه دوم کاذب حاصل از فرایند جذب. غلظت 100 mg/L ، دوز جاذب 100 gr/CC .

بحث:

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که حداکثر جذب در PH اسیدی است به طوری که حداکثر میزان حذف در $\text{PH}=3$ مشاهده گردید و با افزایش PH راندمان حذف کاهش یافت. که نتایج این مطالعه با مطالعات انجام شده توسط Cengeloglu و همکاران که حذف نیترات را با استفاده از گل سرخ انجام دادند (۳۷) همخوانی دارد. به طوری که در مطالعه آن ها مشخص گردید که بیشترین راندمان حذف در $\text{PH}=2$ اتفاق می افتد (۷۵٪)، در مدت زمان ۶۰ دقیقه، دوز جاذب $0.25 \text{ gr}/50 \text{ ml}$ و غلظت اولیه نیترات mmol/L

یکی از متغیرهایی که در طراحی و بهره برداری فرایند جذب تأثیر گذار است زمان واکنش می باشد. جهت تعیین زمان مناسب جذب نمونه برداری و تعیین راندمان جذب در زمان های ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه انجام شد. که نتایج حاصله بیانگر این بود که با افزایش زمان تماس راندمان جذب نیرات افزایش می یابد، به طوری که با افزایش زمان از ۱۵ به ۱۸۰ دقیقه راندمان حذف از ۲۱/۶ درصد به ۵۳ درصد افزایش یافت. اما بیشترین میزان جذب در طی ۶۰ دقیقه ابتدایی اتفاق افتاد.

تعیین ایزوترم جذب آلاینده توسط جاذب های مختلف یکی از پارامترهای اصلی مهم در مطالعات جذب می باشد. بررسی داده های آزمایشگاهی با دو مدل لانگمیر و فروندلیچ و مقایسه ضریب همبستگی آن ها نشان داد که جذب نیترات بر روی خاکستر هسته خرما از ایزوترم فروندلیچ تبعیت می کند ($R^2=0/98$) که حداکثر جذب نیترات با این جاذب معادل $15/78$ میلی گرم بر گرم می باشد (تصویر شماره ۴).



تصویر شماره ۴: بررسی ایزوترم جذب نیترات با خاکستر هسته خرما براساس مدل فروندلیچ.

سیتیک درجه اول کاذب و سیتیک درجه دوم
کاذب برای توصیف داده های حاصل از فرایند جذب

بهره برداری تأثیر می گذارد. جذب نیترات در زمان های اولیه با سرعت بالایی صورت گرفته و با گذشت زمان تماس، کاهش می یابد که این موضوع می تواند به دلیل کاهش غلظت نیترات و کاهش نقاط فعال در سطح جاذب باشد. بطور کلی جذب نیترات با افزایش زمان تماس افزایش می یابد، که نتایج این آزمایش با مطالعه Bhatnagar و همکارانش مطابقت دارد. این محققین در مطالعه خود دریافتند که با افزایش زمان کارایی حذف افزایش می یابد، هر چند در مطالعه فوق حداکثر حذف در ۱۵ دقیقه ابتدایی صورت گرفته و در مدت زمان ۶۰ دقیقه به تعادل رسید (۴۰). بر اساس یافته های مطالعه حاضر جذب نیترات از ایزوترم جذب فروندلیچ تبعیت می کند که این نتایج با مطالعه Bhatnagar و همکاران (۴۰)، Demiral و همکاران (۳۸) و Cengelloglu و همکاران (۳۷) همخوانی ندارد؛ به طوری که در مطالعات فوق جذب نیترات از ایزوترم لانگمیر تبعیت کرده بود. همچنین نتایج حاصل از سینتیک به دست آمده نشان داد که از سینتیک شبه درجه دوم کاذب تبعیت می کند که با مطالعات مشابه مطابقت دارد (۳۸، ۴۰).

نتیجه گیری:

با توجه به کشت زیاد محصول خرما در کشورمان و به دلیل ساده بودن سیستم، هزینه پایین و بازیافت هسته خرما به عنوان یک نوع پسماند کشاورزی، استفاده از خاکستر هسته خرما مطلوب و حائز اهمیت است.

تشکر و قدردانی:

این تحقیق با حمایت مالی مرکز تحقیقات بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد در قالب پایان نامه دانشجویی انجام شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می شود.

۱/۶۱ و با افزایش PH راندمان حذف کاهش می یابد به طوری که در $PH=11$ مقدار حذف به ۲۰٪ می رسد. در مطالعه مقدار حذف به ۲۰٪ می رسد. در مطالعه دیگر در سال ۲۰۱۰ که با استفاده از کربن فعال تهیه شده از تفاله نیشکر به منظور حذف نیترات انجام شد. بیشترین راندمان حذف در $PH=3$ (۴۱/۲ درصد) صورت گرفت و با افزایش مقدار PH راندمان حذف کاهش یافت به طوری که در $PH=10$ مقدار حذف به ۲۴/۶۸ درصد کاهش یافت (۳۸). در این مطالعه در آزمایشات مربوط به تأثیر میزان دوز جاذب، بیشترین راندمان حذف در غلظت ۰/۸ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول اتفاق افتاد به طوری که با افزایش میزان جاذب از ۰/۴ به ۰/۸ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر در مدت زمان ۶۰ دقیقه، میزان جذب ۲۰٪ افزایش یافت. علت چنین پدیده ای به عدم اشباع شدن نقاط فعال در جذب آلاینده ها ارتباط دارد. در مطالعه Cengelloglu و همکاران با افزایش میزان دوز جاذب از ۰/۰۵ به ۰/۵ گرم در غلظت اولیه نیترات ۱/۶۱ mmol/L و زمان تماس ۶۰ دقیقه میزان راندمان حذف از ۳۵٪ به ۹۰٪ افزایش یافت (۳۷) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

برای بررسی تأثیر غلظت نیترات در جذب، غلظت نیترات از ۵۰ تا ۱۵۰ میلی گرم در لیتر تغییر داده شد. در این مرحله از آزمایش میزان PH و جرم خاکستر هسته خرما به ترتیب در حد ۳ و ۰/۴ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر ثابت بود. مقدار ظرفیت جذب با افزایش غلظت اولیه نیترات افزایش یافته و حداکثر جذب در غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر حاصل شده است. نتایج نشان می دهد که مقدار جذب نیترات تابعی از غلظت اولیه نیترات است. میزان جذب در غلظت های اولیه بالاتر کمتر است، به این دلیل که مقاومت در برابر جذب در نتیجه افزایش نیروی انتقال جرم، کاهش پیدا می کند. نتایج به دست آمده در این مرحله با تحقیقات Cengelloglu و همکاران و Xing و همکاران مطابقت دارد (۳۷، ۳۹). زمان تماس یکی از متغیرهایی می باشد که در طراحی و

منابع:

1. Nuhoglu A, Pekdemir T, Yildiz E, Keskinler B, Akay G. Drinking water denitrification by a membrane bio-reactor. *Water Res.* 2002; 36(5): 1155-66.
2. Liu A, Ming J, Ankumah RO. Nitrate contamination in private wells in rural Alabama, United States. *Sci Total Environ.* 2005; 346(1-3): 112-20.
3. Kapoor A, Viraraghavan T. Nitrate Removal From Drinking Water- Review. *J Environ Eng.* 1997; 123(4): 371-80.
4. Majumdar D, Gupta N. Nitrate pollution of groundwater and associated human health disorders. *Indian J Environ Health.* 2000; 42(1), 28-39.
5. Tate CH, Arnold KF. Health and Aesthetic Aspects of Water Quality. In: Pontius FW (Ed). *Water Quality and Treatment*. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 1990: 63-156.
6. Cheng IF, Muftikian R, Fernando Q, Korte N. Reduction of nitrate to ammonia by zero-valent iron. *Chemosphere.* 1997; 35(11): 2689-95.
7. Huang YH, Zhang TC. Effects of low pH on nitrate reduction by iron powder. *Water Res.* 2004; 38(11): 2631-42.
8. Chen YM, Li CW, Chen SS. Fluidized zero valent iron bed reactor for nitrate removal. *Chemosphere.* 2005; 59(6): 753-9.
9. Kumar M, Chakraborty S. Chemical denitrification of water by zero-valent magnesium powder. *J Hazard Mater.* 2006; 135(1-3): 112-21.
10. Dore M, Simon PH, Deguin A, Victot J. Removal of nitrate in drinking water by ion exchange-impact on the chemical quality of treated water. *Water Res.* 1986; 20(2): 221-32.
11. Schoeman JJ, Steyn A. Nitrate removal with reverse osmosis in a rural area in South Africa. *Desalination.* 2003; 155(1): 15-26.
12. Hell F, Lahnsteiner J, Frischherz H, Baumgartner G. Experience with full-scale electro dialysis for nitrate and hardness removal. *Desalination.* 1998; 117(1-3): 173-80.
13. Pintar A, Batista J, Levec J. Catalytic denitrification: direct and indirect removal of nitrates from potable water. *Catal Today.* 2001; 66(2-4): 503-10.
14. Soares MIM. Biological denitrification of groundwater. *Water Air Soil Pollut.* 2000; 123: 183-93.
15. Exner ME, Perea-Estrada H, Spalding RF. Long-Term response of groundwater nitrate concentrations to management regulations in Nebraska's Central Platte Valley. *Sci World J.* 2010; 10: 286-97.
16. Haugen KS, Semmens MJ, Novak PJ. A novel in situ technology for the treatment of nitrate contaminated groundwater. *Water Res.* 2002; 36(14): 3497-506.
17. Della Rocca C, Belgiorno V, Meric S. Overview of in-situ applicable nitrate removal processes. *Desalination.* 2007; 204(1-3): 46-62.
18. Till BA, Weathers LJ, Alvarez PJ. Fe(0)-supported autotrophic denitrification. *Environ Sci Technol.* 1998; 32(5): 634-9.
19. Galal-Gorchev H, Ozolins G, Bonnefoy X. Revision of the WHO guidelines for drinking water quality. *Ann Ist Super Sanita.* 1993; 29(2): 335-45.
20. US Environmental Protection Agency (USEPA). National Primary Drinking Water Regulations: Maximum Contaminant Levels and Maximum Residual Disinfectant Levels, Maximum Contaminant Levels for Inorganic Contaminants. Code of Federal Regulations: 2004; Title 40, Chapter I, Part 141: 62(b): U.S. Government Publishing Office; Available from: <http://ecfr.gpoaccess.gov>.
21. Ruppenthal S. Manager to manager-Nitrate removal solutions for drinking water: how a flexible approach can deliver reliable results. *J Am Water Works Assoc.* 2007; 99(6): 28-30.

22. Bellona C, Drewes JE, Oelker G, Luna J, Filteau G, Amy G. Comparing nanofiltration and reverse osmosis for drinking water augmentation. *J Am Water Works Assoc.* 2008; 100(9): 102-16.
23. Nataraj SK, Hosamani KM, Aminabhavi TM. Electrodialytic removal of nitrates and hardness from simulated mixtures using ion-exchange membranes. *J Appl Polym Sci.* 2006; 99(4), 1788-94.
24. Yang GC, Lee HL. Chemical reduction of nitrate by nanosized iron: kinetics and pathways. *Water Res.* 2005; 39(5): 884-94.
25. Aslan S, Turkman A. Biological denitrification of drinking water using various natural organic solid substrates. *Water Sci Technol.* 2003; 48(11-12): 489-95.
26. Mishra S, Bhattacharya J. Batch studies on phenol removal using leaf activated carbon. *Malaysian J Chem.* 2007; 9(1): 51-9.
27. Banat F, Al-Asheh S, Al-Makhadmeh L. Evaluation of the use of raw and activated date pits as potential adsorbents for dye containing waters. *Process Biochem.* 2003; 39(2): 193-202.
28. Shekuhi R, Joneydi A, Hajian M, Ghafari H. Relationship between concentration, MLSS MLVSS and phenol removal efficiency in activated sludge-biofilter system (BF/AS). 10th The National Congress of Environmental Health of Iran, Esfahan University of Medical Sciences. 2006: 212.
29. Mane SM, Vanjara AK, Sawant MR. Removal of phenol from wastewater using date seed carbon. *J Chin Chem Soc.* 2005; 52(6): 1117-22.
30. Azizi J, Yazdani S. Investigation stability income of export date of Iran. *J Agric Sci.* 2007; 13(1): 1-19.
31. Abdulkarim MA, Darwish NA, Magdy YM, Dwaidar A. Adsorption of phenolic compounds and methylene blue onto activated carbon prepared from date fruit pits. *Eng life Sci.* 2002; 2(6): 161-5.
32. Alsewaleim FD, Binkhder YA. Preparation and characterization of polymer/date pits composites. *J Reinf Plast Compos.* 2010; 29(11): 1743-9.
33. Rakhshkhorshid A, Akbari H, Bazrafshan E, Mohammadsharif H. The survey of phenol removal levels using date pits ash in aqueous environment. 14th The National Conference on Environmental Health of Iran. Yazd University of Medical Sciences. Yazd: 2011; 157.
34. Torkian A. [Water and wastewater examination manual. Isfahan: Isfahan University of Medical Sciences Pub; 1993.] Persian
35. Qu S, Huang F, Yu S, Chen G, Kong J. Magnetic removal of dyes from aqueous solution using multi-walled carbon nanotubes filled with Fe₂O₃ particles. *J Hazard Mater.* 2008; 160(2-3): 643-7.
36. Yao R, Meng F, Zhang L, Ma D, Wang M. Defluoridation of water using neodymium-modified chitosan. *J Hazard Mater.* 2009; 165(1-3): 454-60.
37. Cengeloglu Y, Tor A, Ersoz M, Arslan G. Removal of nitrate from aqueous solution by using red mud. *Sep Purif Technol.* 2006; 51(3): 374-8.
38. Demiral H, Gunduzoglu G. Removal of nitrate from aqueous solutions by activated carbon prepared from sugar beet bagasse. *Bioresour Technol.* 2010; 101(6): 1675-80.
39. Xing X, Gao BY, Zhong QQ, Yue QY, Li Q. Sorption of nitrate onto amine-crosslinked wheat straw: characteristics, column sorption and desorption properties. *J Hazard Mater.* 2011; 186(1): 206-11.
40. Bhatnagar A, Kumar E, Sillanpaa M. Nitrate removal from water by nano-alumina: Characterization and sorption studies. *Chem Eng J.* 2010; 163(3): 317-23.

Study of efficacy of date kernel ash on removal of nitrate from aqueous solutions (isothermic and kinetic study)

Safdari M^{1*}, Qhaneian MT¹, Ehrampoush MH¹, Babaei AR², Emamjomeh MM³, Zareii S¹
¹Environmental Health Engineering Dept., Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, I.R. Iran; ²Environmental Health Engineering Dept., Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, I.R. Iran; ³Environmental Health Engineering Dept., Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, I.R. Iran.

Received: 25/May/2013 Accepted: 17/Aug/2014

Background and aims: In recent decades, the presence of high concentrations of nitrate in drinking water has become a serious concern, which causes some disorders in human health, especially children. Nitrate can be removed by physical-chemical and biological methods. In this study, removal rate of nitrate from aqueous solutions was investigated by date kernel ash.

Methods: In this experimental study which was conducted in vitro, the effect of initial nitrate concentration (50, 100, and 150 mg/L), initial pH (3, 5, 7, and 9), time (15, 30, 60, 120, and 180 minutes), and weight of adsorbent (0.4, 0.6, and 0.8 g) was investigated. The nitrate concentration was measured using spectrophotometer at two wavelengths 220 and 275 nm. All tests and samples analysis was done per textbooks on standard methods of sewage.

Results: The adsorbent dose increase from 0.4 g to 0.8 g in 100 mL nitrate solution with concentrations of 50 and 100 mg/L caused increase in absorption efficiency respectively from 75% to 91% and from 53% to 65%. Increase in solution's initial pH from 3 to 9 caused decrease in the absorption efficiency from 52% to 8%. The results obtained in this study obey Freundlich isotherm ($R^2=0.98$) and nitrate absorption obeys the pseudo-second order kinetic model ($R^2=0.999$).

Conclusion: The palm kernel ash is a natural and inexpensive adsorbent that can be used to remove environmental pollutants.

Keywords: Nitrate, Date kernel ash, Adsorption, Aqueous solution.

Cite this article as: Safdari M, Qhaneian MT, Ehrampoush MH, Babaei SA, Emamjomeh MM, Zareii S. Study of efficacy of date kernel ash on removal of nitrate from aqueous solutions (isothermic and kinetic study). J Shahrekord Univ Med Sci. 2015; 16(6): 48-56.

*Corresponding author:

Environmental Health Engineering Dept., Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, I.R. Iran, Tel: 00989127875406, E-mail: m.safdari62@gmail.com